

54024-039
KUBO et al.
February 4, '02

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

McDermott, Will & Emery

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2001年 3月29日

出 願 番 号

Application Number:

特願2001-096147

出 願 人

Applicant(s):

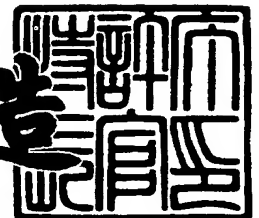
ミノルタ株式会社



2001年11月30日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造



出証番号 出証特2001-3105487

【書類名】 特許願

【整理番号】 176382

【提出日】 平成13年 3月29日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 B28B 1/16

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 宮崎 誠

【発明者】

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

【氏名】 和田 晃

【特許出願人】

【識別番号】 000006079

【住所又は居所】 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号大阪国際ビル

【氏名又は名称】 ミノルタ株式会社

【代理人】

【識別番号】 100062144

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 葆

【選任した代理人】

【識別番号】 100101454

【弁理士】

【氏名又は名称】 山田 卓二

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 013262

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0017912

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 三次元造形装置及び方法、並びに三次元造形システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 粉体材料を結合させることにより、三次元造形物を作成する三次元造形装置において、

第 1 の領域に粉体材料の層を順次形成する層形成手段と、

前記粉体材料の層の所定領域に対して、特定のエネルギーに反応して硬化するバインダを付与する付与手段と、

前記第 1 の領域を内包する第 2 の領域に対し前記特定のエネルギーを供給する供給手段とを備え、

前記供給手段によって前記第 2 の領域内の前記バインダが硬化することにより、前記粉体材料の層ごとに前記粉体材料の結合体が形成されることを特徴とする三次元造形装置。

【請求項 2】 前記バインダは、所定の波長に係る光エネルギーに反応して硬化することを特徴とする請求項 1 の三次元造形装置。

【請求項 3】 前記バインダは、熱エネルギーに反応して硬化することを特徴とする請求項 1 の三次元造形装置。

【請求項 4】 粉体材料を結合させることにより、三次元造形物を作成する三次元造形方法であって、

第 1 の領域に粉体材料の層を順次形成する層形成工程と、

前記粉体材料の層の所定領域に対して、特定のエネルギーに反応して硬化するバインダを付与する付与工程と、

前記第 1 の領域を内包する第 2 の領域に前記特定のエネルギーを供給する供給工程とを含み、

前記供給工程において前記第 2 の領域内の前記バインダが硬化することにより、前記粉体材料の層ごとに前記粉体材料の結合体が形成されることを特徴とする三次元造形方法。

【請求項 5】 前記バインダは、所定の波長に係る光エネルギーに反応して硬化することを特徴とする請求項 4 の三次元造形方法。

【請求項 6】 前記バインダは、熱エネルギーに反応して硬化することを特徴とする請求項 4 の三次元造形方法。

【請求項 7】 粉体材料を結合させることにより、三次元造形物を作成する三次元造形システムにおいて、

三次元造形物を表出する複数の断面データを作成する断面データ作成手段と、
前記断面データに基づいて、第 1 の領域に粉体材料の層を順次形成する層形成手段と、

前記粉体材料の層の所定領域に対して、特定のエネルギーに反応して硬化するバインダを付与する付与手段と、

前記第 1 の領域を内包する第 2 の領域に前記特定のエネルギーを供給する供給手段とを備え、

前記供給手段によって前記第 2 の領域内の前記バインダが硬化することにより、前記粉体材料の層ごとに前記粉体材料の結合体が形成されることを特徴とする三次元造形システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、三次元造形装置及び方法に関し、特に、バインダを付与して粉体材料を結合させることにより、三次元造形物を作成する三次元造形装置及び方法に関する。本発明はまた三次元造形システムに関する。

【0002】

【発明の背景】

従来の三次元造形装置においては、粉体材料の薄層を形成し、これに対して、乾燥して硬化するバインダを例えばインクジェットのヘッドを利用して塗布し、これにより粉体材料の結合体を形成する工程を繰り返すことで三次元造形物を造形するものがある。この装置では、例えば、次のような動作が行われ、三次元造形物が作成される。

【0003】

まず、ローラ機構などにより石膏や澱粉の粉体材料を薄層に均一に拡げる。次

に、この粉体材料の薄層において造形すべき領域にインクジェットのヘッドを走査し、乾燥で硬化するバインダを塗布する。このバインダが塗布された領域の粉体材料は下層、あるいは隣接する硬化領域と結合する。造形が完了するまで、粉体材料の薄層を順次形成し、バインダを塗布する工程を繰り返す。造形が完了すれば、バインダが塗布されない領域の粉体材料を除去することで、バインダで結合された三次元造形物を取り出せることとなる。

【 0 0 0 4 】

このような三次元造形装置では、バインダが塗布後に乾燥によって硬化するのに比較的時間がかかるために、造形の高速化が困難である。この問題を解決するために、本出願人による例えば特願 2 0 0 1 - 3 0 8 8 8 における三次元造形装置は、バインダとして紫外線硬化樹脂を用い、バインダ塗布後に紫外線を照射することで従来に比べて短時間の造形を可能としている。

【 0 0 0 5 】

そこで、本発明は、バインダの硬化方法に特徴のある三次元造形装置及び方法を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

本発明はまた、バインダの硬化方法に特徴のある三次元造形システムを提供することを目的とする。

【 0 0 0 7 】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の好適な実施の形態を説明する。

【 0 0 0 8 】

本発明に係る三次元造形装置を備えた三次元造形システムの全体的な構成を図 1 に示す。この三次元造形システム 1 は、造形対象物の彩色造形を行う三次元造形装置 1 0 0 と、三次元造形装置 1 0 0 に対して制御信号及び造形対象物の断面画像に関する二次元画像データを供給するホストコンピュータ 2 とから構成されている。

【 0 0 0 9 】

三次元造形装置 1 0 0 は、後述するように所定の粉体材料にバインダとして紫

外線硬化樹脂を塗布し、紫外線を照射することにより粉体材料を結合させ、さらにカラーインクによる彩色を行うことによりカラーの粉体材料の結合体を順次形成していき、最終的な結合体として彩色された造形物を作成するものである。

【0010】

ホストコンピュータ2は、制御部2a、ディスプレイ2b、キーボード2c、及びマウス2dを含んで構成されるいわゆる一般的なコンピュータシステムである。制御部2aには、予め入力されている三次元造形対象物の三次元画像データを、所定のピッチで例えば水平方向に関してスライスして得られる断面データ（二次元画像データ）を作成する処理を行うプログラムが搭載されている。このため、ホストコンピュータ2は、造形対象物の三次元画像データから造形すべき対象物の断面データを作成することができ、その作成された断面データを三次元造形装置100に供給する。

【0011】

なお、ホストコンピュータ2が三次元造形装置100に対し三次元画像データを供給するのみで、三次元造形装置100側において、三次元画像データから断面データを作成するようにしてもよい（後述の表1（d）参照）。

【0012】

ホストコンピュータ2と三次元造形装置100との間では、オンラインによるデータ等の受け渡しが可能であるとともに、可搬型の記録メディア3を用いたオフラインによるデータ等の受け渡しも可能である。記録メディアとしては光磁気ディスク（MO）、コンパクトディスク（CD-RW）、デジタルビデオディスク（DVD-RAM）、メモリカード等がある。

【0013】

次に三次元造形装置100の一実施形態について説明する。図2は、三次元造形装置100の外観を示す斜視図である。三次元造形装置100は、制御部20、粉体供給部30、粉体伸展・バインダである外線硬化樹脂の塗布・外線照射・カラーインク塗布を行うヘッド部40、及び造形部50（これら制御部20、粉体供給部30、ヘッド部40、及び造形部50は後述する。）が内蔵されたハウジング10と、ハウジング上部側に設けられた造形部50を覆うカバー10

aとを備えている。

【0014】

カバー10aは、ガラスやアクリル樹脂等の透明な材質で形成されており、造形中の状況を視認することができるように構成されている。また、このカバー10aには、造形時に照射される紫外線を遮光する処理が施されている。さらに、造形中にカバー10aを開けると、即時に紫外線照射を停止し、ヘッド部40が所定の位置で待機するようにしてある。

【0015】

ハウジング10の前面側には液晶ディスプレイ（LCD）11、操作スイッチ12、記録メディア3の着脱口13が配置されており、また側面にはデジタル入出力端子14が設けられている。液晶ディスプレイ11は、操作入力を行う際の操作案内画面の表示手段、及び三次元造形装置100の動作状況を表示する手段として用いられる。デジタル入出力端子14は、RS232C端子やSCSI端子あるいはIEEE1394端子等の汎用の端子である。

【0016】

図3は、三次元造形装置100の造形処理を行う主要部である、粉体供給部30、ヘッド部40、及び造形部50を示す。

【0017】

図4に示すように、粉体供給部30は、粉体31を貯蔵する機能と、粉体31をヘッド部40の二次ホッパ471（図5）に所定量供給する機能を備えている。粉体供給部30は、一次ホッパ32、ロータ33、及びアジテータ34を備えており、ロータ32の回転数を制御することにより、二次ホッパ471に供給する粉体の量を制御するようにしてある。アジテータ34は、回転することにより、粉体31がブロッキングするのを防止するようになっている。粉体31については、発色を良くするため、白色のものを使用するのが好ましい。白い用紙の上に印刷する場合などにおいては、彩色箇所のみ有色のインクを塗布することで下地の白色とのバランスで色の階調表現が可能となるが、三次元造形物の彩色にも同様のことが言えるため、白色の粉体材料を使用するのが望ましいこととなる。また、本実施形態では、粉体供給部30としてロータリ式の供給機構を示してい

るが、振動式や回転羽根式あるいはベルト式などの供給機構でもよい。

【0018】

図5に示すように、ヘッド部40は、インクジェットヘッド部41、紫外線照射部46及び粉体伸展部47から構成されている。本実施形態では、ヘッド部40は、インクジェットヘッド部41、紫外線照射部46及び粉体伸展部47全体を、水平面内でX方向（図面左右方向）に関して往復移動させるための1つのX方向移動部49（図6）により一体で移動するようにしてある。X方向移動部49は、X方向に伸びるガイドレール（図示せず）に沿って、X方向に往復移動できるようにしてある。

【0019】

しかしながら、より細かい移動・速度制御が必要な場合、インクジェットヘッド部41、紫外線照射部46、粉体伸展部47それぞれにX方向移動機構を設け、別々に駆動させるようにしてもよい。

【0020】

インクジェットヘッド部41は、粉体を結合させるためのバインダとなる紫外線硬化樹脂、及び粉体の結合体を着色する複数のインクを収容するタンク43と、タンク内の紫外線硬化樹脂またはインクを吐出させるノズル44と、タンク43及びノズル44を、X軸と直交し且つX軸と同一水平面内のY軸方向（紙面表裏方向）に関して往復移動させるためのインクジェットヘッドY方向移動部45とを備えている。Y方向移動部45は、X方向移動部49とともにX方向に移動できるY方向に伸びるガイドレール（図示せず）に沿って、Y方向に往復移動できるようにしてある。

【0021】

さらに詳しくは、タンク43は、それぞれ異なる色のインクを収容する複数のタンク（この例では4つのタンク）43a～43dと、紫外線硬化樹脂用タンク43eとを備えている。具体的には、それぞれのタンク43a～43dには、Y（イエロー）、M（マゼンタ）、C（シアン）の3原色およびW（ホワイト）のインクが収容されている。着色剤である各インクは、粉体材料と結合しても変色しないものであり、長時間経過しても変色・退色しないものを使用するのが望ま

しい。一般に、彩色を行うためにはY、M、Cの三原色を混色すればよいが、色の濃淡（階調）を表現するためには、三原色に加えて白色のインクを吐出し混色することが有効となる。一般のプリンタ等では白色の紙にインク、トナー等で字、画像をプリントしていくため、基材となる紙の白色を利用すれば白色インクは必要でなく、Y、M、Cの三色を使用するだけで原理的に各色成分の濃淡を表現することができる。しかしながら、三次元造形の方法となる粉体の色が白色でないような場合には、白色のインクを使用することが特に有効となる。

【0022】

紫外線硬化樹脂用タンク43eには、紫外線硬化樹脂補充用タンク48が接続され、図示しないポンプにより紫外線硬化樹脂を補充することができる。この紫外線硬化樹脂については、インクジェットヘッドを用いて吐出が可能なように粘度の低いもの、例えば分子量の低いアクリルモノマー系の樹脂を利用するのが好ましい。なお、紫外線硬化樹脂として、エポキシ系の樹脂などを利用してもよい。

【0023】

ノズル44は、インクジェットヘッド部41の下部に配置され、インクジェットヘッドY方向移動部45とともに一体となってY方向に関して移動自在となっている。ノズル44は、タンク部43のタンク数と同数の吐出ノズル44a～44eを備え、各吐出ノズル44a～44eはタンク43a～43eと個別に連結されている。各吐出ノズル44a～44eは、例えばインクジェット方式等で微小な液滴として紫外線硬化樹脂またはインクを吐出するノズルである。各吐出ノズル44a～44eによる紫外線硬化樹脂又はインクの吐出は、インクジェットヘッド駆動部241（図6）によって個別に制御されており、紫外線硬化樹脂又はインクがノズル44に対向する位置に設けられている造形部50の粉体層（後述）に付着する。

【0024】

上述したように、インクジェットヘッド部41は、X方向移動部49及びY方向移動部45により、X軸及びY軸によって規定される平面内で移動できるようになっている。X方向移動部49及びY方向移動部45は、制御部20からの駆

動信号に基づいて、インクジェットヘッド部41をXY平面における駆動範囲内で任意の位置に移動させることができる。そして、インクジェットヘッド駆動部241は、XY平面におけるノズル44の位置に応じて複数吐出ノズル44a～44eのうちから選択的に紫外線硬化樹脂又はインクの吐出を行うように制御し、造形部50の粉体層の必要な部分に紫外線硬化樹脂又はインクを付与するようになっている。

【0025】

なお、各ノズル44a～44eは、一体としてでなく独立してX方向及びY方向に移動できるようにしてもよい。また、各タンク43a～43eに対し、ノズルを図5の紙面表裏方向に沿って複数設けてもよい。

【0026】

紫外線照射部46は、紫外線ランプ461、及び該ランプ461の背面に配したリフレクタ462を備えている。これらの部材461、462は、Y方向に沿って延設されている。紫外線照射部46は、紫外線を照射することにより紫外線硬化樹脂を硬化させ、粉体を結合させる機能を有する。紫外線照射部46は、インクジェットヘッド部41とともに、X方向移動部49によりX方向に関して移動することができる。あるいは、上述したように、独立してX方向に移動できるようにしてもよい。紫外線照射部46のさらに詳しい構成は、図15～18を用いて説明する。

【0027】

粉体伸展部47は、二次ホッパ471、シャッタ472、ブレード473及び伸展ローラ474から構成される。これらの部材471、472、473、474は、Y方向に沿って延設されている。粉体伸展部47は、粉体供給部30から供給された粉体層を一層作成するのに必要な粉体を二次ホッパ471に収納するとともに、所定の位置でシャッタ472を開口し粉体を投下するようにしてある。X方向移動部49によりX方向に粉体伸展部47が移動すると、ブレード473、及び回転している伸展ローラ474により、投下された粉体を伸展し、均一な粉体の層が作成されるようにしてある。

【0028】

図3に戻って、造形部50は、凹状部を有する造形部本体51、造形部51の凹状部の底面を形成するように設けられている造形ステージ52、及び造形ステージ52を(XY平面に直交する)Z方向に移動させるZ方向移動部(造形ステージ昇降機構)53を備えている。造形部50は、粉体を用いて造形物を作成するためのワーク領域を提供する役目を果たしている。

【0029】

造形部本体51は、その左上側端部において、一次ホッパ32から二次ホッパ471に粉体を供給し、その右上側端部において、二次ホッパ471から粉体を投下し該粉体を一次的に保持するようにしてある。

【0030】

造形ステージ52は、XY断面において矩形型の形状を有し、その側面が造形部本体51における凹状部の垂直内壁51aと接している。

【0031】

Z方向移動部53は、造形ステージ52に連結された支持棒53aと、支持棒53aを垂直方向に移動するための駆動部53bとを有しており、支持棒53aが、駆動部53bによって垂直方向に移動されることにより、支持棒53aと連結した造形ステージ52がZ方向に沿って昇降できるようにしてある。

【0032】

造形ステージ52と造形部本体51の垂直内壁51aとで形成される直方体状の三次元空間(凹状部の空間)は、造形物を作成するためのワーク領域として機能する。そして、造形ステージ52上に粉体の薄層が一層ごとに順次形成されるとともに、一層形成ごとに①紫外線硬化樹脂の吐出、②紫外線の照射による該樹脂の硬化、③インクの吐出、のシーケンスを行うことにより粉体の必要な部分を接合及び彩色して造形物が作成されるようになっている。

【0033】

図6は、三次元造形システム1の機能構成を示すブロック図である。ホストコンピュータ2側で作成されたデータ等は、デジタル入出力端子14を経由してホストコンピュータ2からインターフェース21に入力したり、あるいは記録メディア3からインターフェース21に入力する。

【0034】

三次元造形装置100を制御する制御部20は、汎用コンピュータと同様の機能を有する。システムコントローラ201は、粉体供給部30、ヘッド部40、X方向移動部49、及び造形部50に対する制御を行う。

【0035】

システムコントローラ201は、粉体供給部30に対しては、ロータ33を駆動する駆動モータ231、アジテータ34を駆動する駆動モータ232を制御する。ヘッド部40に対しては、インクジェットヘッド部41を駆動するインクジェットヘッド駆動部241、インクジェットヘッドY方向移動部45、粉体伸展部47、及び紫外線照射部46の紫外線ランプ461を点灯させる点灯制御部243を制御する。

【0036】

システムコントローラ201は、X方向移動部49に対しては、X方向駆動モータ248を制御し、X方向に関する位置を検出するエンコーダ244、X方向に関する基準位置を検出するHP (Home Position) センサ245からの信号を受信する。造形部50に対しては、造形ステージ昇降機構53を駆動する駆動モータ251を制御する。

【0037】

また、システムコントローラ201は、キャラクタジェネレータ203に対して液晶ディスプレイ11の画面上に適切な文字や記号等を表示させるための指示を与えると同時に、操作スイッチ12からの入力情報を受信することができるように構成されている。

【0038】

(断面データの作成から造形に到るまでのホストコンピュータ及び三次元造形装置断面データの役割と特徴)

表1は、造形対象物の三次元画像データから造形すべき対象物の断面データを作成し、このデータに基づいて造形するまでにおける、ホストコンピュータ2と三次元造形装置100の役割と特徴を4つに分けて表している。

【0039】

初めに表1(a)の場合について説明する。ホストコンピュータ2は、造形対象物の三次元画像データから造形すべき対象物の断面データを順次作成しながら三次元造形装置100へ順次送信を行う。

【0040】

より具体的には、ホストコンピュータ2は、三次元画像データから造形対象物を水平方向にスライスした各断面ごとの断面データを順次作成する。断面データは、積層する粉体一層分の厚みに相当するピッチ（層厚 t ）で作成される。このピッチは、所定範囲内（粉体を結合可能な厚みの範囲）で変更可能である。

【0041】

図7は、作成される断面データの一例を示す図である。図7に示すように、三次元画像データから断面データとして、例えば形状データと色彩データを作成する。形状データは、紫外線硬化樹脂を塗布する粉体層部分を表わすデータである。また、色彩データは、インクを塗布する彩色領域を示すデータであり、三次元造形物の表面に現れる部分に対応したデータのみが、YCMWの色情報を有している。

【0042】

三次元造形装置100は、断面データを順次受け取った後、そのデータによる造形を行う。この場合、三次元造形装置100では断面データを作成する機能を必要としないので負荷が軽くすむ。また、ホストコンピュータ2のメモリ容量は最小でよい。しかし、全体の断面画像データを予めチェックすることができないので、データの最後の方にエラーがあるとそれまでの造形が無駄となってしまう。

【0043】

次に表1(b)の場合について説明する。ホストコンピュータ2は、造形対象物の三次元画像データから造形すべき対象物の断面データを一括作成し、三次元造形装置100へは順次送信を行う。三次元造形装置100は、断面データを順次受け取り、そのデータによる造形を行う。この場合、三次元造形装置100では、表1(a)の場合と同様に断面画像データを作成する機能を必要としないので負荷が軽くすむ。また、ホストコンピュータ2は、造形が終了するまでタスク

から開放されないが、造形中の状態を常に確認することができる。

【0044】

次に表1（c）の場合について説明する。ホストコンピュータ2は、造形対象物の三次元画像データから造形すべき対象物の断面データを一括作成し、三次元造形装置100へ一括送信を行う。三次元造形装置100は、大量の断面データを受け取るので大容量のメモリに蓄え、その後造形を行う。この場合、ホストコンピュータ2はデータを送信後タスクから開放される。

【0045】

次に表1（d）の場合について説明する。ホストコンピュータ2は、造形対象物の三次元画像データを三次元造形装置100へ送信を行う。三次元造形装置100は、受け取った造形対象物の三次元画像データから造形すべき対象物の断面データを作成し造形を行う。この場合、三次元造形装置100では断面データを作成する機能を必要とするので負荷が重くなる。また、ホストコンピュータ2はジョブ管理的な機能ですむ。しかし、三次元造形装置100をネットワーク環境下でのプリンタライクな使い方をする場合には適している。

【0046】

表1

	ホストコンピュータ	三次元造形装置	特徴
(a)	断面データ順次作成 順次送信	データを順次受け取り 造形を行う	三次元造形装置の負荷が軽い ホストのメモリ最小でよい 断面データのチェック不可
(b)	断面データ一括作成 順次送信	データを順次受け取り 造形を行う	三次元造形装置の負荷が軽い ホストは造形終了までタスク から開放されない
(c)	断面データ一括作成 一括送信	データを一括で受け取り 造形を行う	三次元造形装置のメモリ大 ホストはデータ送信後タスク から開放される
(d)	三次元データ送信	断面データを作成し 造形を行う	三次元造形装置のスペック大 ホストはジョブ管理 ネットワークでアクセス可能

【 0 0 4 7 】

(ホストコンピュータによる処理)

図 8、9 は、ホストコンピュータ 2 における処理手順に関するフローチャートである。まず、造形対象物の三次元画像データを入力する（ステップ S 1）。次に造形に関するパラメータを入力する（ステップ S 2）。ここでは、造形サイズ

やスライスピッチ等の情報を入力する。ステップS3では、データチェックを行う。三次元画像データがSTL形式やVRML形式の場合は、物体の表面の情報が記述されているだけである。その表面情報が中身の詰まった物体として整合性がとれているかどうかを確認する。ここでは、頂点が複数で構成しているか単独で構成しているか（即ち、閉じているか否か）、面の位相補償（即ち、面の表裏が反転していなか）等のチェックを行う。

【0048】

ステップS4では、データのエラー確認を行う。ステップS3のデータチェックで、エラーがなければステップS6へ、エラーがあればステップS5へ進む。ステップS5ではデータの補正を行う。エラーが発生している部分は警告表示されているので、対話的に順次データの補正を行う。以上の処理で、閉じた空間を示す表面データが得られる。その後、ステップS6でデータのソリッド化を行う。つまり、閉じた空間のどちら側が詰まっているのかを示す情報を付与する。

【0049】

ステップS7では、表1の各場合に応じて断面データ作成およびデータ送信を行う。

【0050】

図9(a)は表1(a)の場合のフローを示している。まず、ステップS711で造形パラメータを送信する。ステップS712でデータ補正済みの三次元画像データから断面データ一層分を作成し、造形装置の準備がOKであれば（ステップS713）、ステップS714で断面データ一層分を送信する。次のステップS715では、予め断面データ量がわかっているので、全データを送信したのであれば終了し、データが残っているのであれば、ステップS712、S713、S714を繰り返し行う。

【0051】

図9(b)は表1(b)の場合のフローを示している。まずステップS721で造形パラメータを送信する。ステップS722ではデータ補正済みの三次元画像データから断面データを一括作成する。造形装置の準備がOKであれば（ステップS723）、S724では断面データ一層分を送信する。次のステップS7

25では、予め断面データ量がわかっているので、全データを送信したのであれば終了し、データが残っているのであれば、ステップS723、S724を繰り返し行う。

【0052】

図9(c)は表1(c)の場合のフローを示している。まずステップS731で造形パラメータを送信する。ステップS732ではデータ補正済みの三次元画像データから断面データを一括作成する。次のステップS733で断面データを一括送信し終了する。

【0053】

図9(d)は表1(d)の場合のフローを示している。まずステップS741で造形パラメータを送信する。ステップS742ではデータ補正済みの三次元画像データを送信し終了する。

【0054】

図8に戻って、データ送信が終了し、ステップS8で三次元造形装置100からの終了コマンドを確認すると、ステップS9でデータの履歴情報の更新を行う。これは、三次元画像データのファイルに造形パラメータやデータ補正等の情報を付加することで、次の造形時(リピートする場合)において、この履歴情報を元にして簡単に造形物を再現することを可能とするためのである。

【0055】

(三次元造形装置100における処理)

図10は、三次元造形装置100における処理手順に関するフローチャートである。

【0056】

図10(a)は表1(a)の場合のフローを示している。まずステップS1011において、三次元造形装置100の制御部20のシステムコントローラ201が、断面データ一層分を受信すると、このデータを基に粉体供給部30、ヘッド部40、X方向移動部49、及び造形部50に送信するための駆動信号を作成する。ステップS1012で駆動信号を送信して一層分の造形処理を行うと、ステップS1013で一層分の造形処理終了を表わす信号をホストコンピュータ2

に送信し終了する。造形処理工程は後で詳細に説明する。

【0057】

図10(b)は表1(b)の場合のフローを示している。この場合、図10(a)と同様に、制御部20のシステムコントローラ201は、断面データを一層分受信すると、粉体供給部30、ヘッド部40、造形部50、及びX方向移動部49に送信するための駆動信号を作成し(ステップS1021)、一層分の造形処理を行い(ステップS1022)、造形処理終了信号をホストコンピュータ2に送信し(ステップS1023)、終了する。

【0058】

図10(c)は表1(c)の場合のフローを示している。まずステップS1031において、制御部20のシステムコントローラ201が、断面データを一括して受信すると、一層分のデータを基に粉体供給部30、ヘッド部40、X方向移動部49、及び造形部50に送信するための駆動信号を作成する。ステップS1032で駆動信号を送信して一層分の造形処理を行う。次のステップS1033では、予め断面データ量が分かっているので、全層に対し造形処理が終了したのであれば、造形処理終了信号をホストコンピュータ2に送信して終了し(ステップS1034)、断面データが残っているのであれば、ステップS1031、S1032を繰り返し行う。

【0059】

図10(d)は表1(d)の場合のフローを示している。まずステップS1041において、制御部20のシステムコントローラ201が、データ補正済みの三次元画像データを受信すると、データ補正済みの三次元画像データから断面データを作成する。そして、一層分の断面データを基に粉体供給部30、ヘッド部40、X方向移動部49、及び造形部50に送信するための駆動信号を作成する(ステップS1042)。ステップS1043において駆動信号を送信して一層分の造形処理を行う。次のステップS1044では、予め断面データ量が分かっているので、全層に対し造形処理が終了したのであれば、造形処理終了信号をホストコンピュータ2に送信して終了し(ステップS1045)、断面データが残っているのであれば、ステップS1042、S1043を繰り返し行う。

【0060】

まず、ヘッド部40は、造形部本体51左上側端部に配置され、粉体供給部30により二次ホッパ471に粉体31が供給される〔図11(a)〕。

【0061】

次に、ヘッド部40は、X方向移動部49(図6)とともに、図示しないガイドレールに沿って+X方向に向かい、初期位置である造形部本体51右上側端部まで移動する〔図11(b)〕。このとき、造形ステージ52は、造形部50の上端位置と同一の高さに配置されている。

【0062】

続いて、造形部本体51右上側端部において二次ホッパ471から粉体31が投下されるとともに、造形ステージ52がZ方向移動部53により、ホストコンピュータ2から入力された上記層厚 t に基づき、その厚さに相当する距離だけ下降されて保持される〔図12(c)〕。

【0063】

そして、ヘッド部40は、-X方向に移動を行うことにより、三次元造形物の造形において材料となる粉体31の供給を行いつつ、ブレード473及び伸展ローラ474により粉体31の1層分の薄層形成(粉体層80)を行うとともに、インクジェットヘッド部41から所定領域に、紫外線硬化樹脂の吐出を行うことで粉体31の必要な部分82の結合を行う〔図12(d)〕。

【0064】

なお、粉体供給部30から1層分形成時(-X方向に沿った1回の移動を行う間)に供給される粉体材料の量は、1層分形成に必要な量よりも若干多めに設定され、造形時に粉体が不足することを回避している。このため、1層分形成後は粉体材料が余ることとなるが、余った粉体材料は、-X方向に沿って移動するブレード473と伸展ローラ474により払い出され、-X方向に関して造形ステージ52と造形部本体51左上側端部の間に配置された粉体回収口(図示せず)から落下するようにしてある。

【0065】

ヘッド部40が-X方向に移動する際にはまた、紫外線照射部46によって粉

体層 80 に対して紫外線を照射する。これにより、粉体層 80 に塗布された紫外線硬化樹脂のバインダが硬化され、粉体材料の結合体 82 が形成される。バインダが塗布されない領域の粉体は、後に除去することが可能である。

【0066】

そして、ヘッド部 40 が造形部本体 51 左上側端部に到達すれば、1 回の粉体材料の結合動作が終了し、1 層分の造形が完了することとなる [図 13 (e)]

【0067】

そこで、再び二次ホッパ 471 に粉体 31 が供給された後、ヘッド部 40 は、+X 方向に向かって移動を行い、紫外線照射によりバインダが硬化し形成された粉体材料の結合体 82 に、インクジェットヘッド部 41 から各色のインクを吐出する [図 13 (f)]。具体的には、三次元造形物の表面近傍となる彩色領域に対してインクが塗布され、これにより、三次元造形物に対して彩色が施されることとなる。なお、この際には、粉体層 80 に塗布された紫外線硬化樹脂の硬化を確実にするため、紫外線照射部 46 から紫外線を照射するのが好ましい。また、ヘッド部 40 が +X 方向に向かって移動する場合、粉体層 80 を僅かに下降させ、伸展ローラ 474 と粉体層 80 が接触するのを防止するのが好ましい。

【0068】

ヘッド部 40 が造形部本体 51 右上側端部に到達すると [図 14 (g)]、造形ステージ 52 は、層厚 t に応じた距離だけ下降する。これにより、バインダによる必要な結合が完了した粉体層 80 の上方に、新たな粉体の層を 1 層分形成するためのスペースを形成することができる。

【0069】

そして、図 12 (c) ~ 図 14 (g) に示す工程を繰り返して、造形物 84 を完成させる [図 14 (h)]。

【0070】

(紫外線照射部)

図 15 は、造形部 50 の造形ステージ 52 と、紫外線照射部 46 との関係の一例を示す概略斜視図である。上述したように、造形ステージ 52 は、XY 断面が

矩形状であり、造形ステージ52は、その上面全体（以下、粉体伸展領域という。）500が粉体伸展部47により均一な粉体層が形成されるようにしてある。紫外線照射部46は、上述したようにX方向に往復移動できるようになっており、紫外線ランプ461及びリフレクタ462がY方向に関して所定の長さだけ延設されている。造形物の作成は、粉体伸展領域500のY方向に関する両端から粉体伸展領域500内側に向かって、予め決められた幅分だけ内側に境界を有する第1の領域（以下、造形領域という。）502において行われるようにしてある。また、粉体伸展領域500のうち造形領域502を除いた領域504を無効領域という。

【0071】

図16は、紫外線ランプ461の長さ方向（Y方向）に関する造形ステージ52上の紫外線強度Iの分布を示す図である。紫外線ランプはその構造上、両端近傍以外では照射強度が略均一であるが、両端近傍での照射強度が弱くなるために、図16（a）に示すように、造形ステージ52上の紫外線照射領域はその両端近傍の紫外線強度が弱くなる。したがって、造形領域内に紫外線強度が不十分な領域が存在すると、そこではバインダが十分硬化せず、十分な強度の造形物が作成されないことが起きる。そこで、図15、16（b）に示すように、造形ステージ52上の紫外線照射領域506を、Y方向に関して造形領域502よりも大きく（言い換えれば、X方向に紫外線照射部46を走査した場合に紫外線が照射される領域（第2の領域）内に、造形領域（第1の領域）502が含まれるように）設定し、これにより、X方向に紫外線照射部46を走査した場合に造形領域502において紫外線強度が略均一となるようにしてある。

【0072】

図11～図14を用いて上述したように、紫外線照射部46を含むヘッド部40は、造形ステージ52上を左から右（+X方向）、右から左（-X方向）に向かって通過するように構成されているので、粉体伸展領域500のX方向に関する両端には造形を行わない無効領域を特に設けていない。しかしながら、紫外線照射部46が造形ステージ52上のみをX方向に往復移動する構成であれば、X方向に関しても紫外線ランプ46の両端近傍では照射強度が他の部分に比べて弱

いので、X方向に関して粉体伸展領域500の両端近傍にも無効領域を設けるのが好ましい。

【0073】

上述したように、ホストコンピュータ2（表1（a）～（c）の場合）又は三次元造形装置100（表1（d）の場合）は、断面データ作成手段として断面データを作成するが、この断面データは、造形領域502においてのみ造形が行われるように設定される。

【0074】

図17は、造形部の造形ステージと、紫外線照射部46との関係の別の例を示す概略斜視図である。この例では、粉体伸展領域である造形ステージ上面全体と造形領域502とを一致させている。そして、図15に示す例と同様に、紫外線照射領域506の紫外線強度が造形領域（第1の領域）502内で略均一となるようにしてある。

【0075】

紫外線の光源として、紫外線ランプの代わりに、図18（a）に示すように、複数の紫外線出射部510（例えば、LED（発光ダイオード）、LD（半導体レーザー））をY方向に関して略隙間なく配置したものを用いた場合でも、光源の長手方向に関する両端近傍の照射強度は弱くなる。したがって、図18（b）に示すように、紫外線照射領域506を、Y方向に関して造形領域502よりも大きく（言い換えれば、X方向に紫外線照射部を走査した場合に紫外線が照射される領域（第2の領域）内に、造形領域（第1の領域）502が含まれるように）設定し、設定し、これにより、X方向に紫外線照射部を走査した場合に造形領域502において紫外線強度が略均一となるようにする。

【0076】

造形領域（第1の領域）と紫外線照射部を走査した場合に紫外線が照射される領域（第2の領域）との関係は、図15～18を用いて説明した例に限らず、第1の領域が第2の領域に内包される構成であれば本発明の範囲に含まれる。

【0077】

（その他の実施形態）

上記実施形態における彩色に関して、インクにより彩色を行うのは必須ではなく、トナーなどで彩色を行ってもよい。

【 0 0 7 8 】

上記実施形態のバインダに関して、紫外線硬化樹脂のように紫外領域の波長の光に反応して硬化するものを使用するのは必須でなく、例えば、可視光硬化樹脂のように可視領域の波長の光に反応して硬化する液状のものを使用してもよく、また熱硬化樹脂のように特定の熱エネルギーに反応して硬化する液状のものを使用してもよい。

【 0 0 7 9 】

可視光硬化樹脂を使用する場合には、上述した紫外線照射部の代わりに、可視領域の波長の光を照射する手段が設けられる。また、熱硬化樹脂を使用する場合には、上述した紫外線照射部の代わりに、熱エネルギーを放出する所定方向に伸びたヒータを設け、ヒータを走査することで熱エネルギーが供給される領域内に、造形領域が位置するようにし、これにより造形領域においてエネルギー供給量が略均一になるようにする。

【 0 0 8 0 】

【発明の効果】

本発明によれば、バインダを硬化するためのエネルギーを造形領域に対し略均一に供給することで、造形領域内の任意の位置でバインダを十分硬化させることができ、したがって十分な強度を有する造形物を作成することができる。

【図面の簡単な説明】

- 【図 1】 三次元造形システムの全体構成を示す図。
- 【図 2】 三次元造形装置の外観を示す斜視図。
- 【図 3】 三次元造形装置の造形処理を行う主要部を示す概略断面図。
- 【図 4】 粉体供給部の概略断面図。
- 【図 5】 ヘッド部の概略断面図。
- 【図 6】 三次元造形システムのブロック図。
- 【図 7】 断面データの一例を示す図。
- 【図 8】 ホストコンピュータの処理を示すフローチャート。

【図9】 図8の断面データ作成・送信ステップを示すフローチャート。

【図10】 三次元造形装置の処理を示すフローチャート。

【図11】 三次元造形装置の造形工程を示す概略断面図。

【図12】 三次元造形装置の造形工程を示す概略断面図。

【図13】 三次元造形装置の造形工程を示す概略断面図。

【図14】 三次元造形装置の造形工程を示す概略断面図。

【図15】 造形部の造形ステージと、紫外線照射部との関係の一例を示す概略斜視図。

【図16】 (a) 紫外線ランプと、造形ステージ上の紫外線強度との関係を示す図。(b) 図16(a)の紫外線ランプによる造形ステージ上の紫外線照射領域と、造形領域との関係を示す図。

【図17】 造形部の造形ステージと、紫外線照射部との関係の別の例を示す概略斜視図。

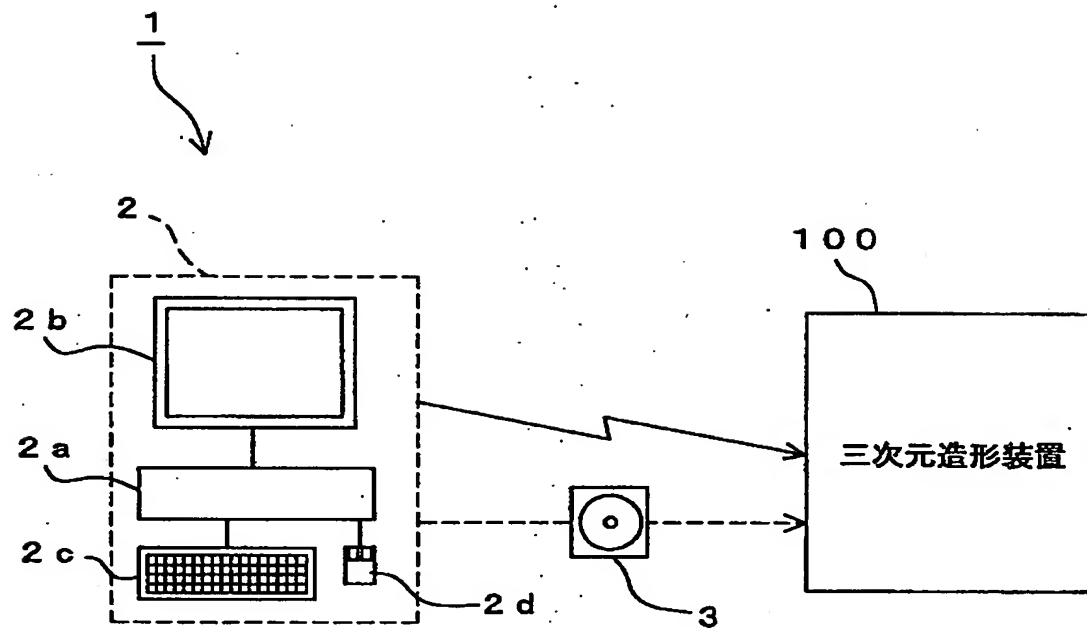
【図18】 (a) 所定方向に沿って並んだ複数の紫外線出射部からなる紫外線光源と、造形ステージ上の紫外線強度との関係を示す図。(b) 図18(a)の紫外線光源による造形ステージ上の紫外線照射領域と、造形領域との関係を示す図。

【符号の説明】

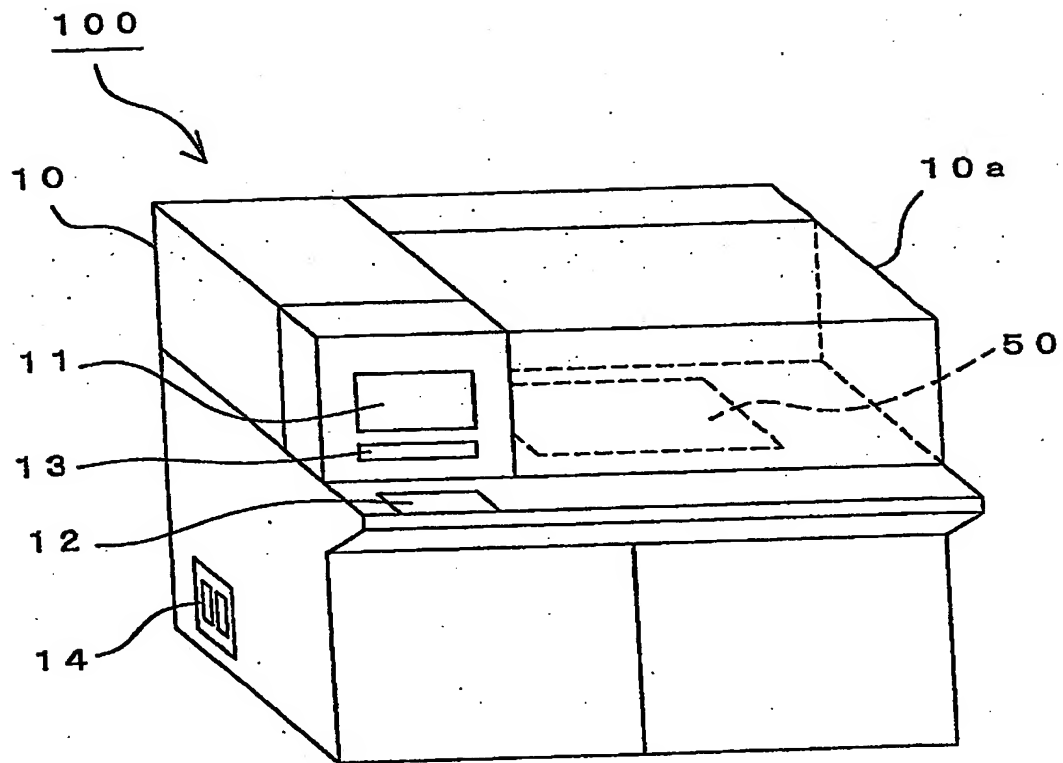
1：三次元造形システム、2：ホストコンピュータ、30：粉体供給部、40：ヘッド部、41：インクジェットヘッド部、43a～43d：インク用タンク、43e：紫外線硬化樹脂用タンク、46：紫外線照射部、47：粉体伸展部、50：造形部、52：造形ステージ、100：三次元造形装置、461：紫外線ランプ、462：リフレクタ、500：粉体伸展領域、502：造形領域、504：無効領域、506：紫外線照射領域、510：紫外線出射部。

【書類名】 図面

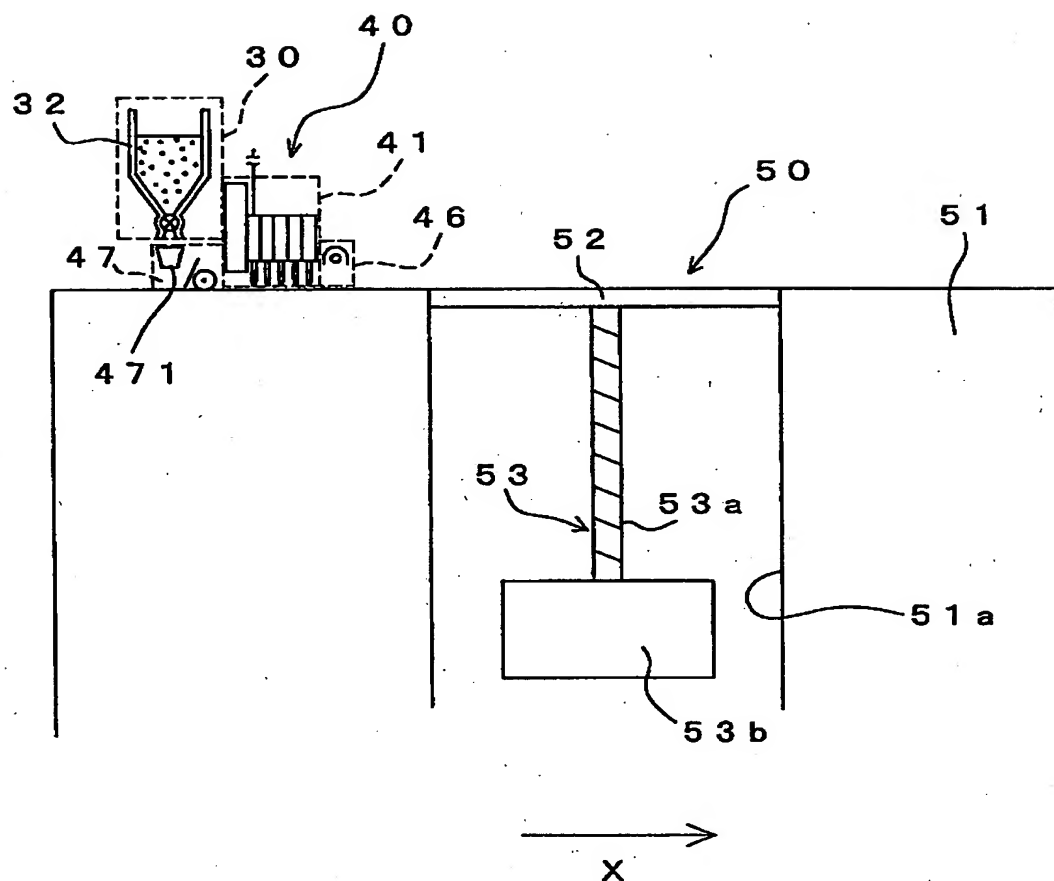
【図1】



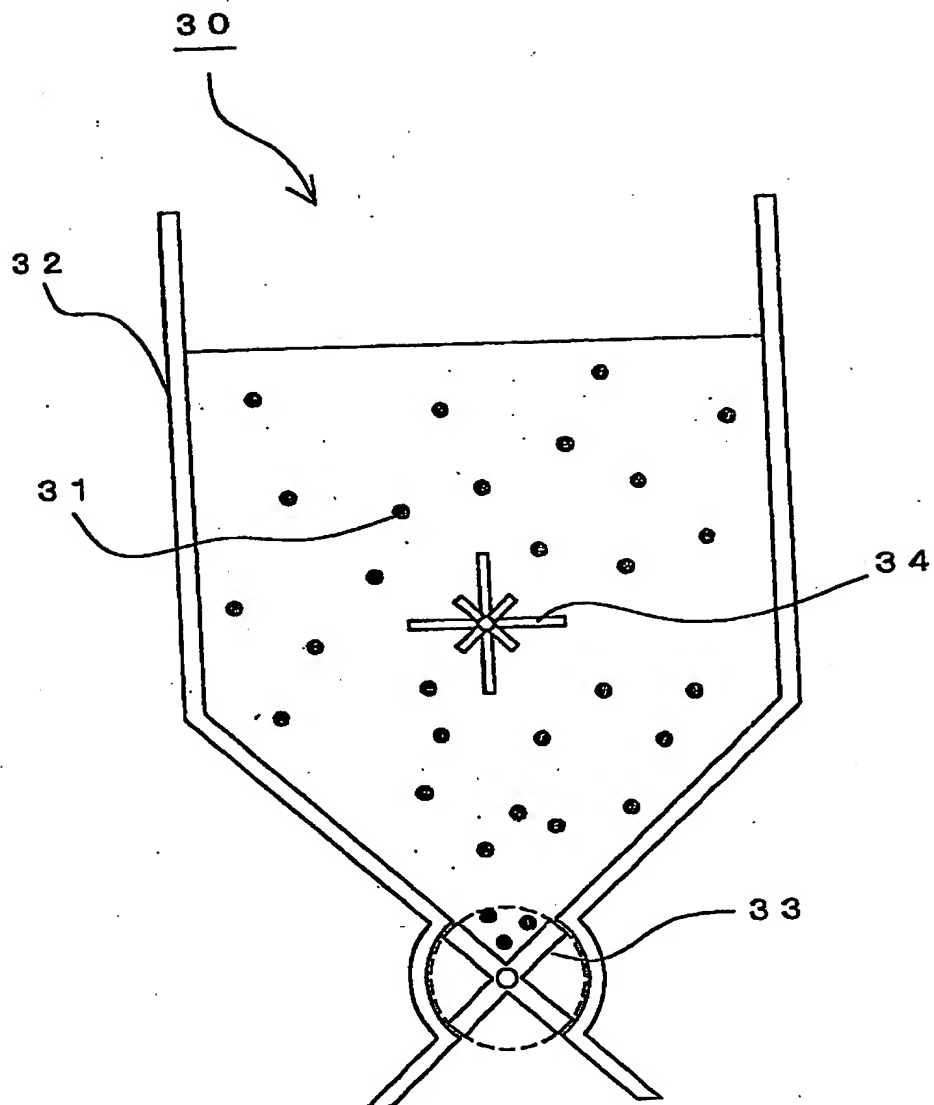
【図2】



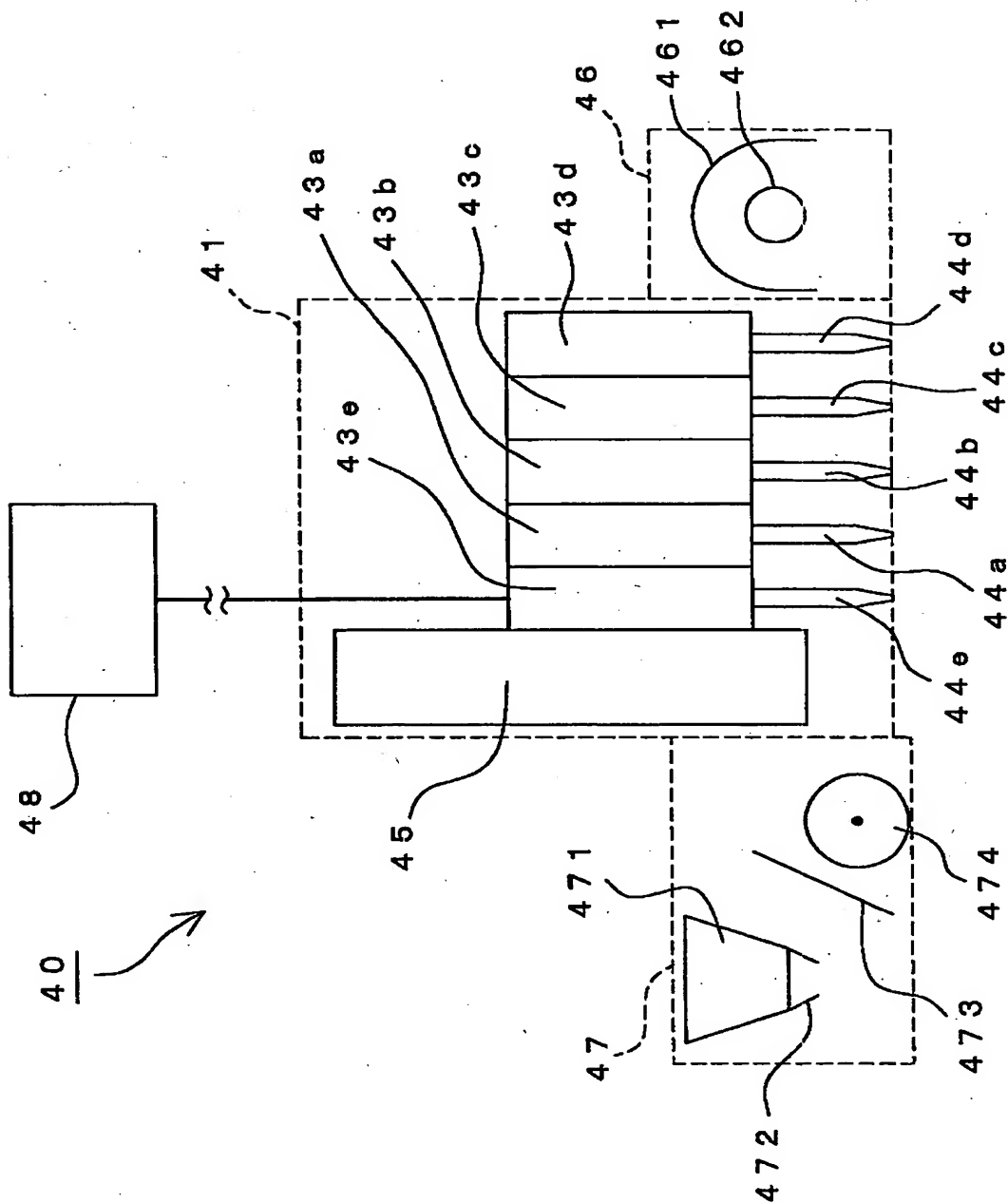
【図3】



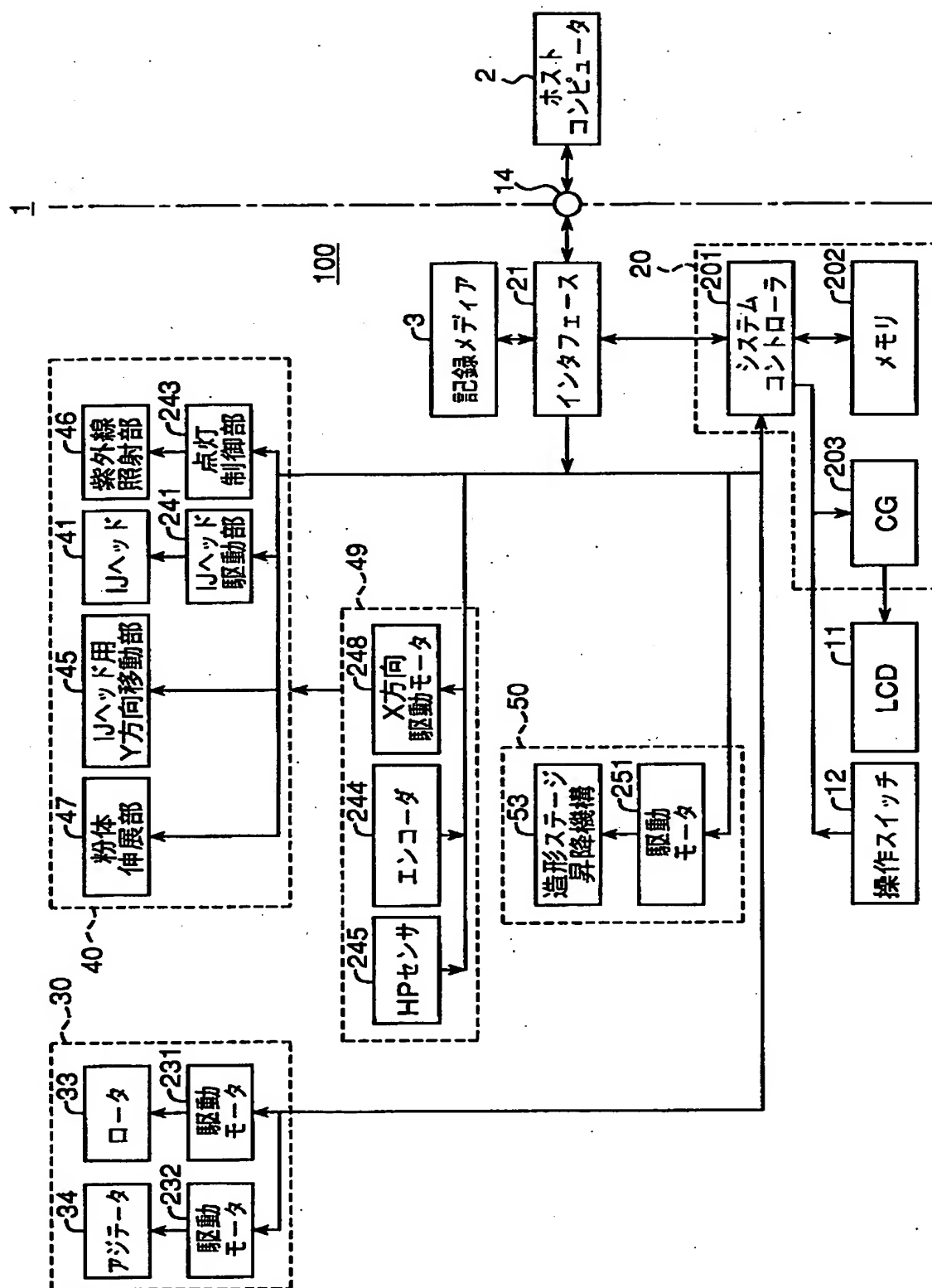
【図4】



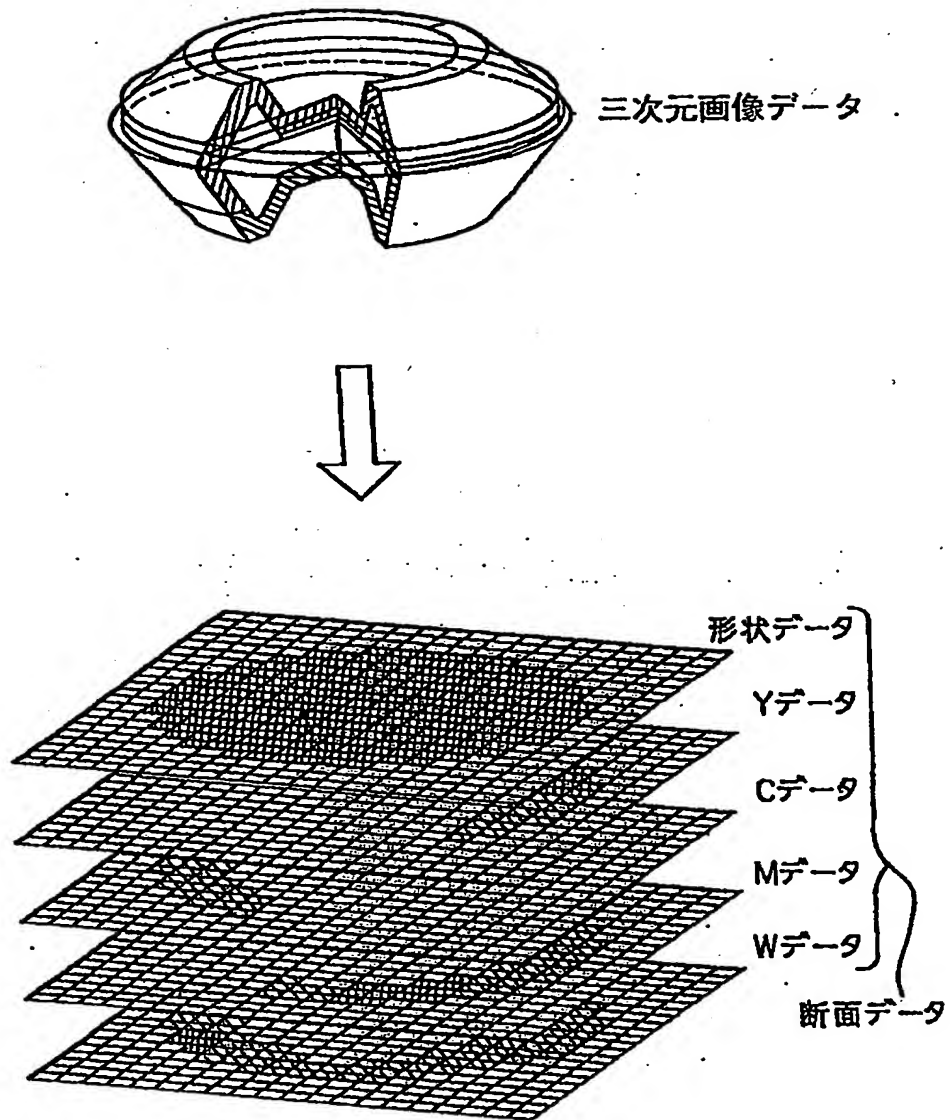
【図5】



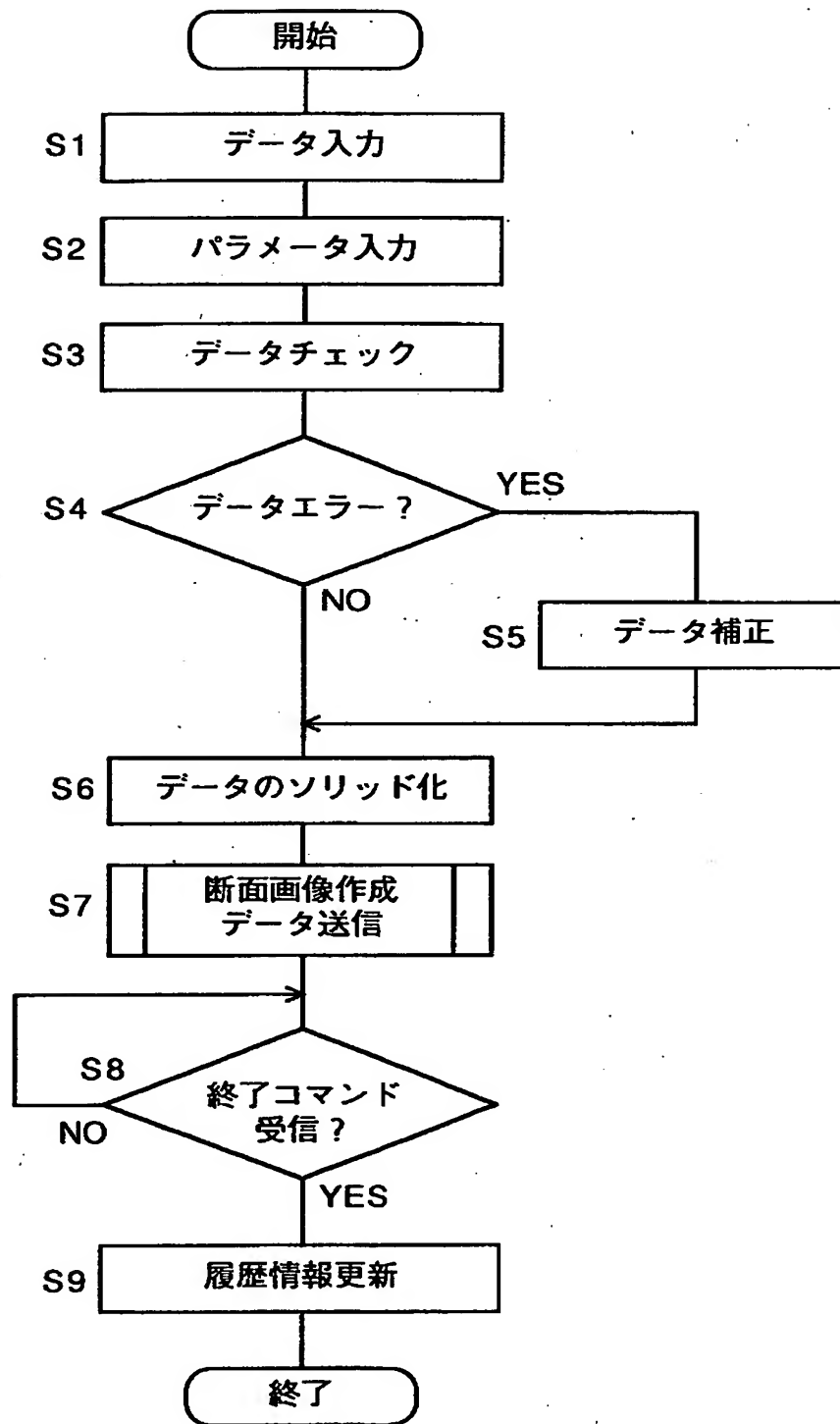
【図 6】



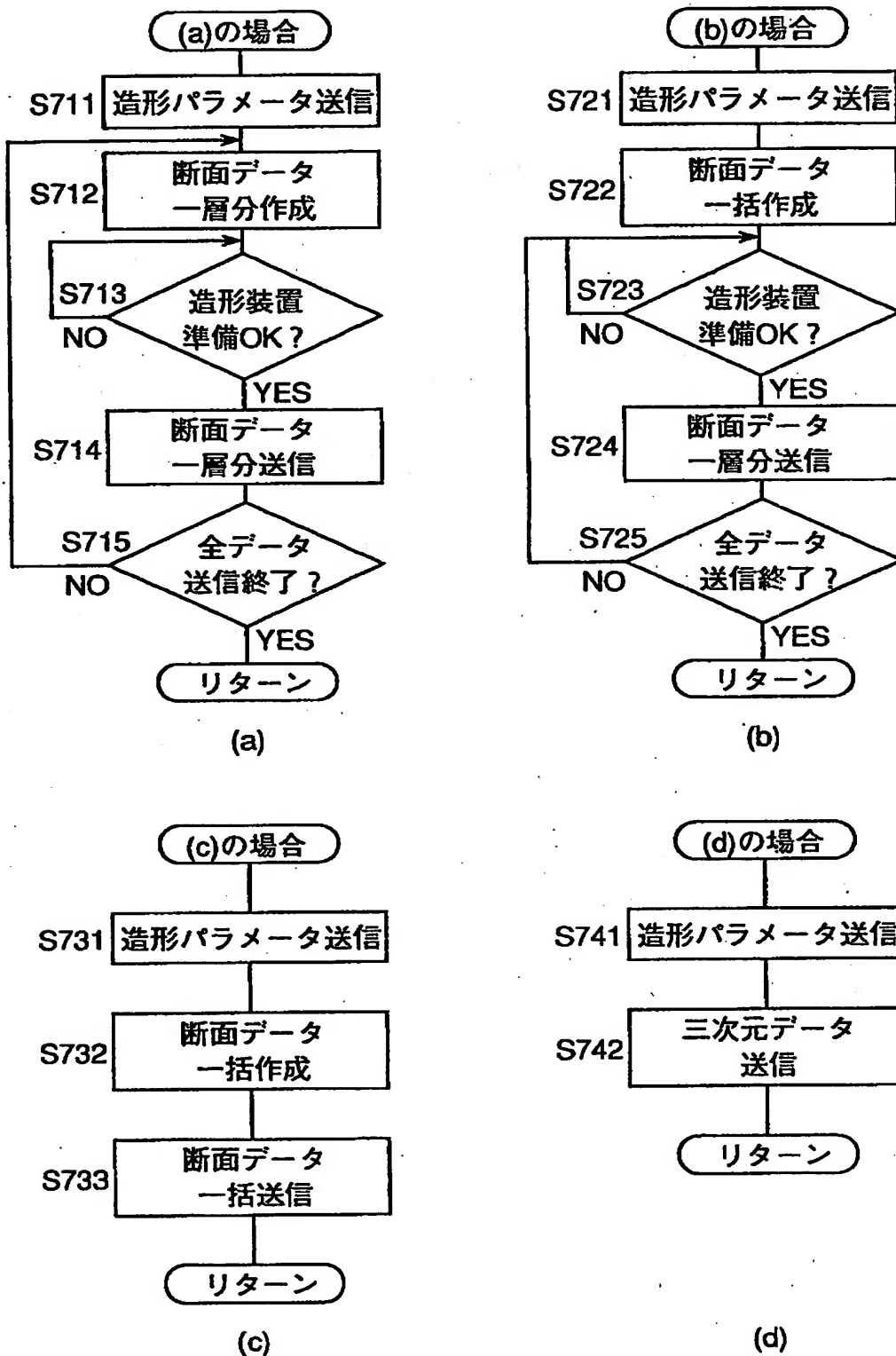
【図 7】



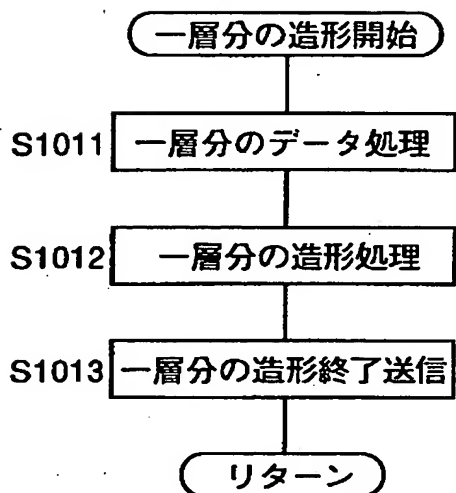
【図 8】



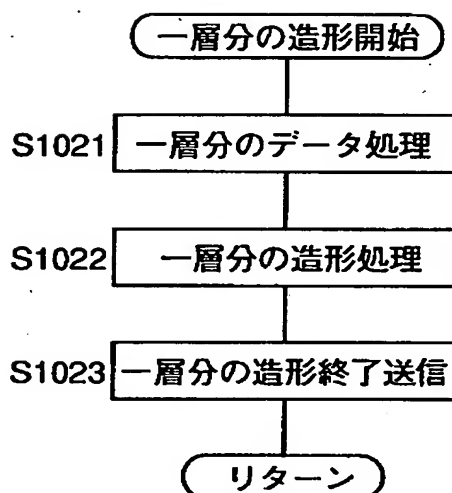
【図9】



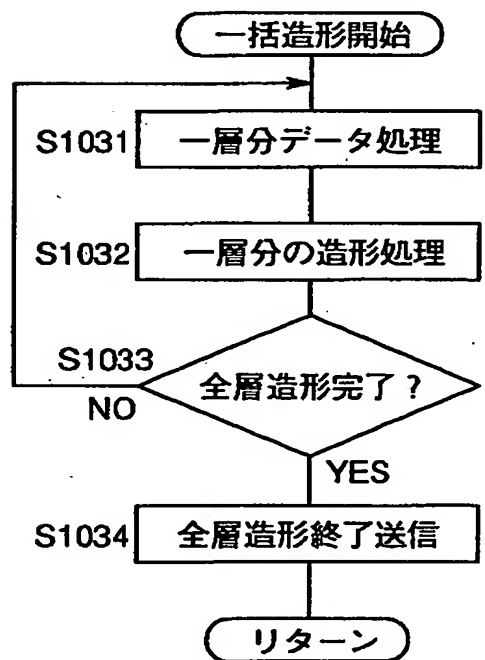
【図 1 0】



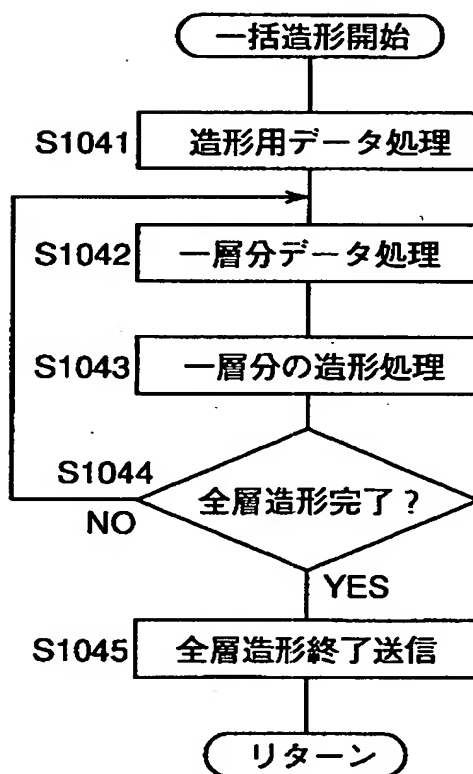
(a)



(b)

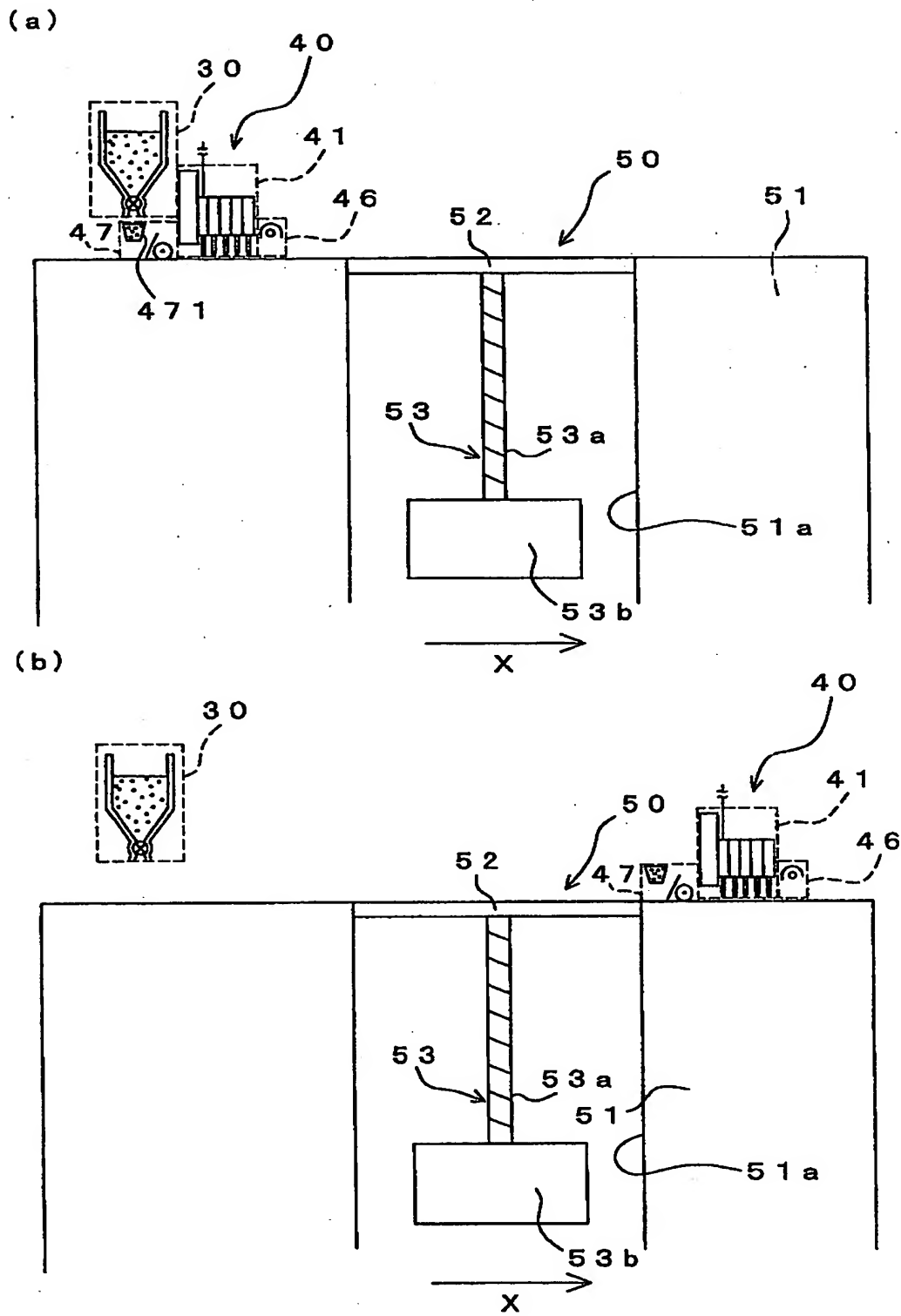


(c)



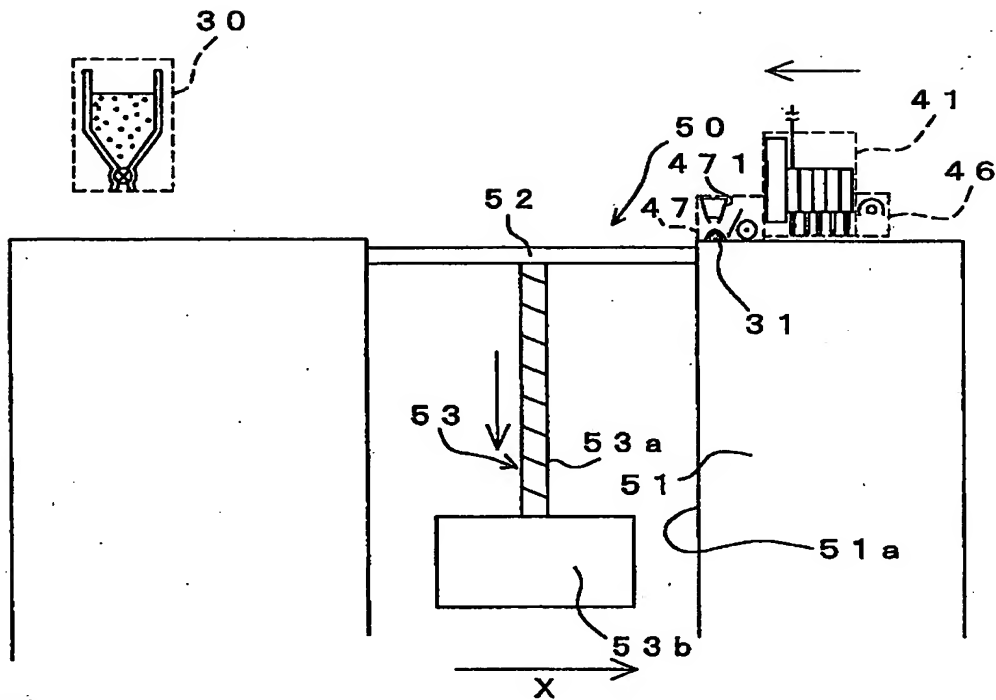
(d)

【図 1.1】

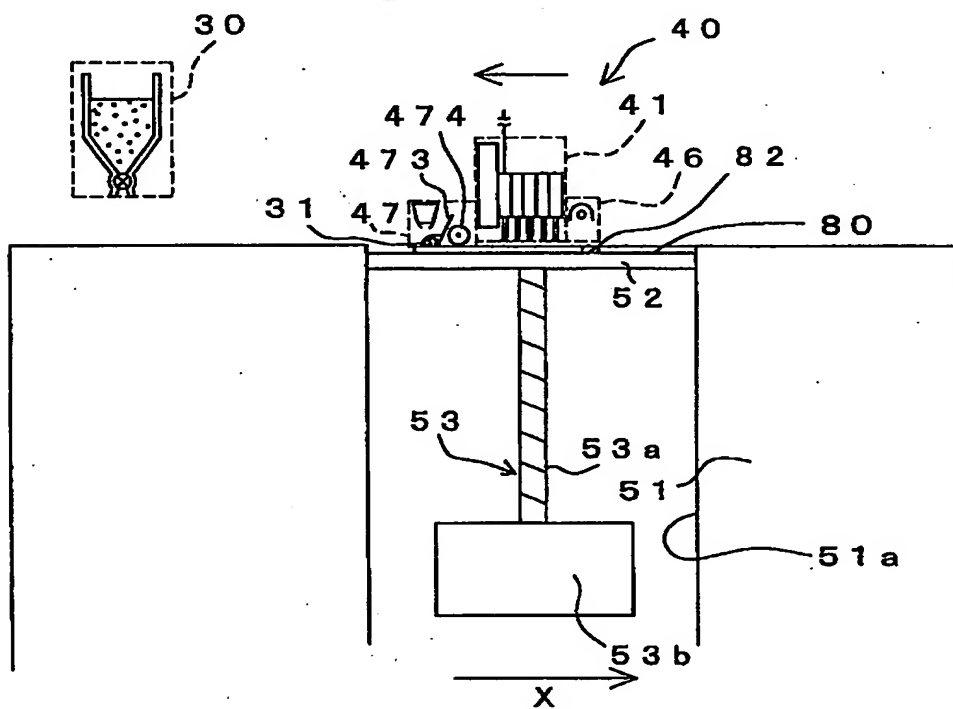


【図 12】

(c)

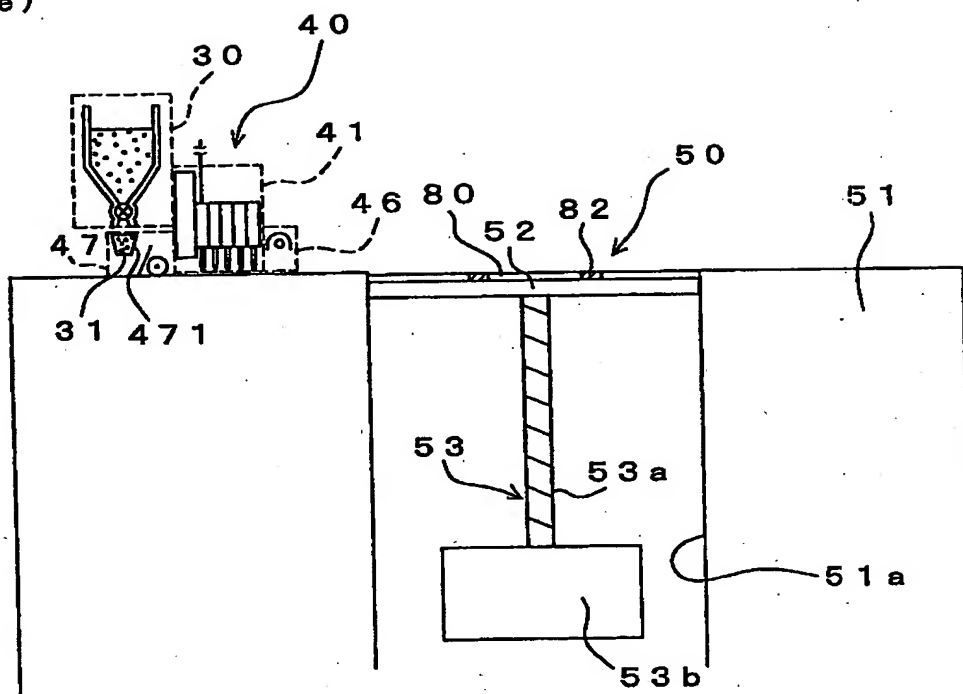


(d)

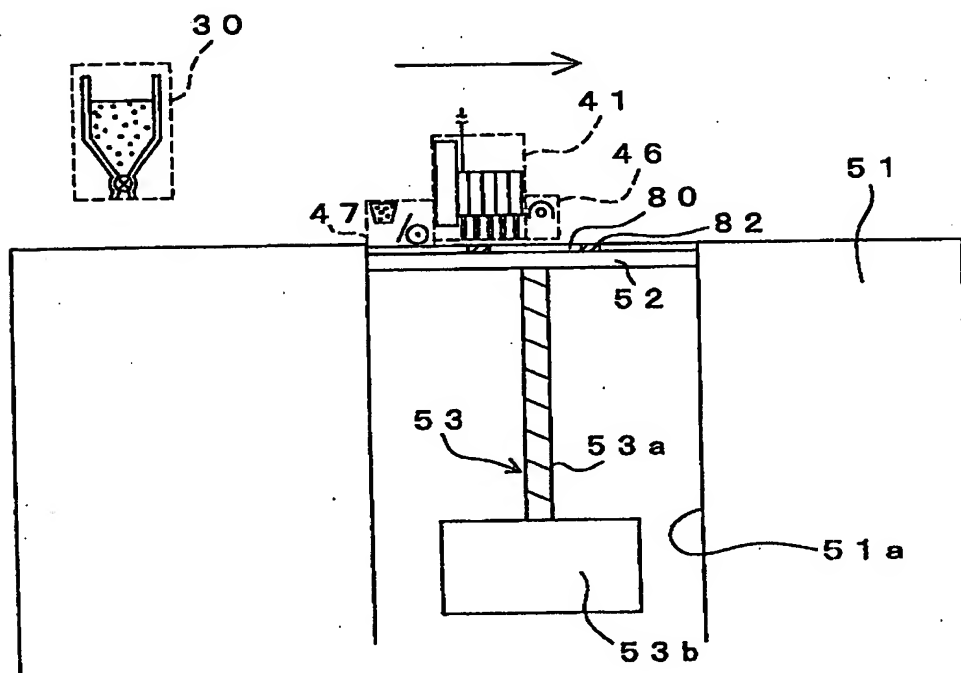


【図13】

(e)

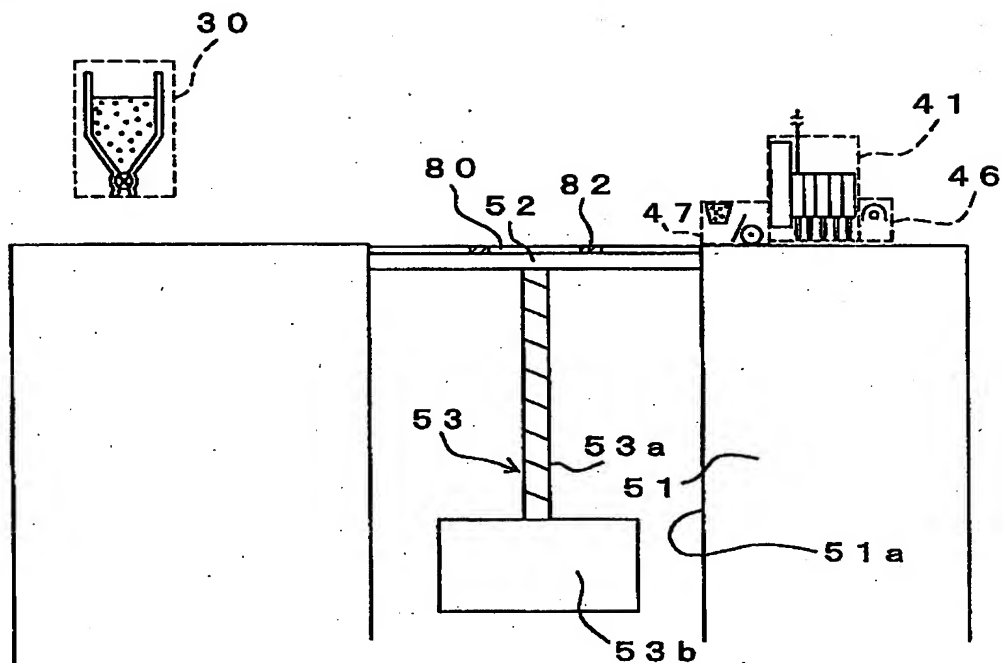


(f)

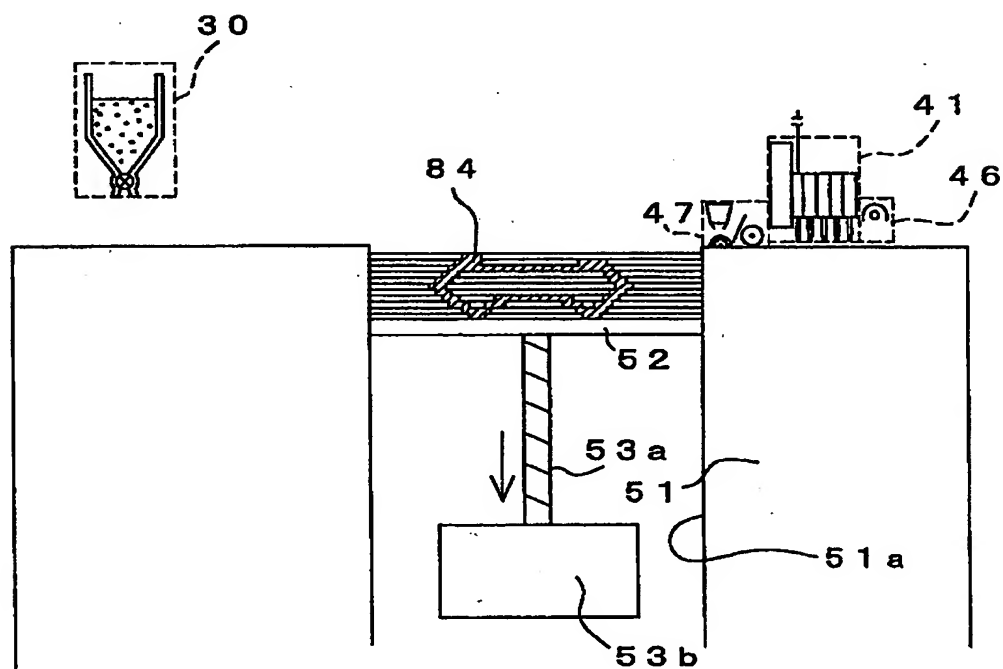


【図14】

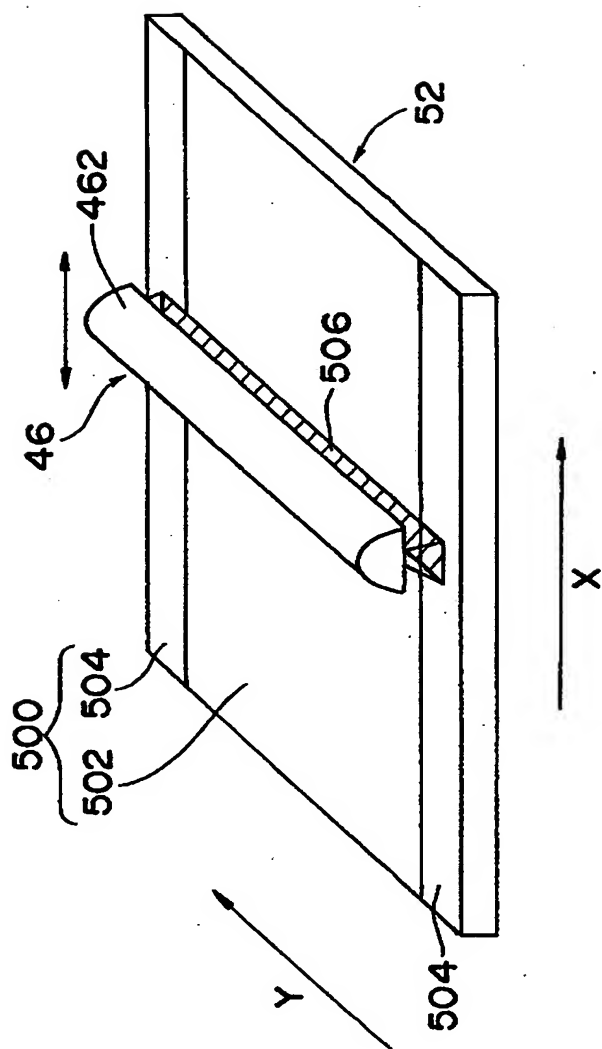
(g)



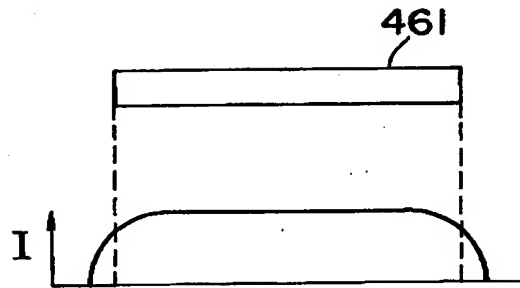
(h)



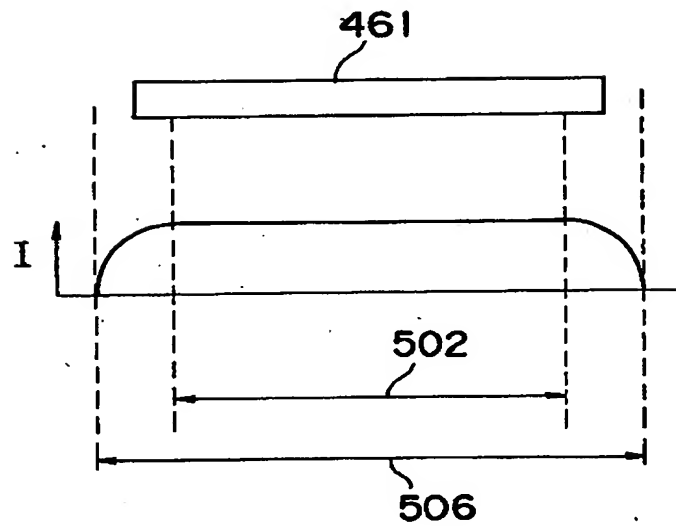
【図15】



【図 1 6】

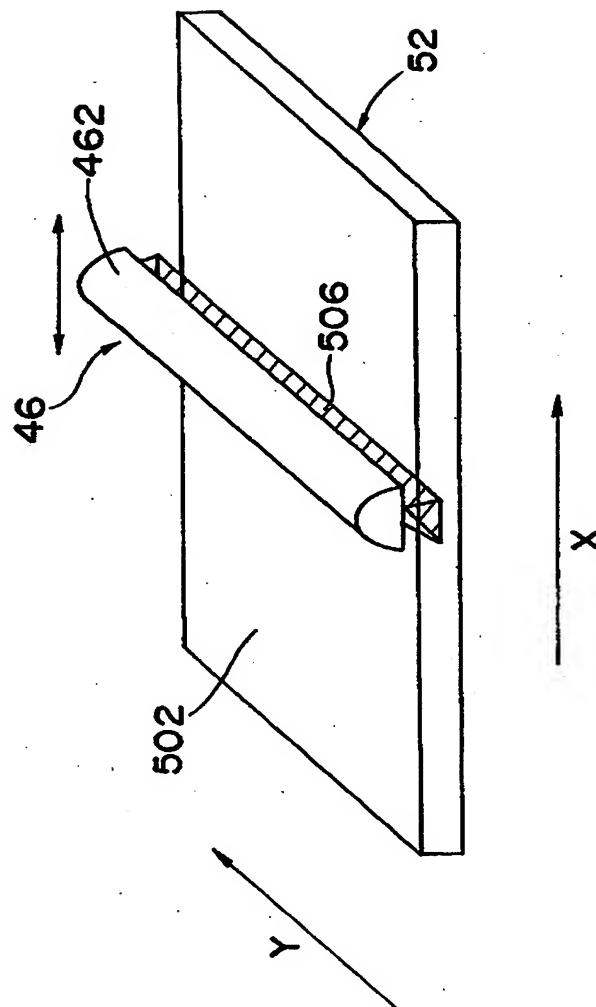


(a)

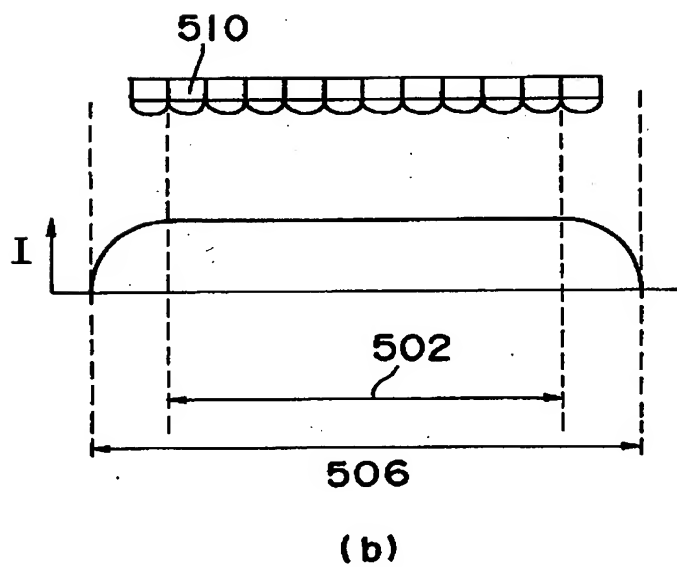
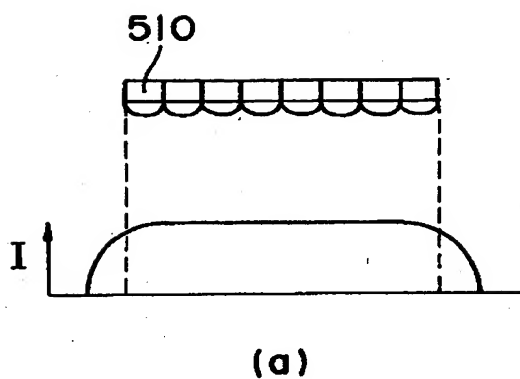


(b)

【図17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 三次元造形装置を提供する。

【解決手段】 三次元造形装置は、造形ステージ 5 2 上の造形領域に粉体材料の層 8 0 を形成し、粉体層の所定領域に対して紫外線硬化樹脂を塗布し、該樹脂に対し紫外線を照射することで紫外線硬化樹脂を硬化させて、粉体材料の結合体 8 2 を形成する。これらの工程を順次に形成する粉体層に対して繰り返すことにより、三次元造形物 8 4 を作成する。造形領域内で紫外線の強度を略均一にするように、造形領域を内包する領域に紫外線を照射する。

【選択図】 図 1 4

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[000006079]

1. 変更年月日 1994年 7月20日

[変更理由] 名称変更

住 所 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
氏 名 ミノルタ株式会社